



TUGAS AKHIR - SS 145561

METODE *SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI JUMLAH *DEFECT* PADA PRODUKSI KACA FL5

Dessyana Ratna Widyasari
NRP 10611500000027

Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M. T

Program Studi Diploma III
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - SS 145561

**METODE *SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI
JUMLAH *DEFECT* PADA PRODUKSI KACA FL 5**

Dessyana Ratna Widyasari
NRP 10611500000027

Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M. T

Program Studi Diploma III
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - SS 145561

SIX SIGMA METHOD FOR REDUCING DEFECTS ON FL 5 GLASS PRODUCTION

Dessyana Ratna Widyasari
NRP 10611500000027

Supervisor
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T

Study Programme of Diploma III
Department of Business Statistics
Faculty of Vocations
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN
METODE SIX SIGMA UNTUK MENGURANGI JUMLAH
DEFECT PADA PRODUKSI KACA FL 5

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DESSYANA RATNA WIDYASARI
NRP: 10611500000027

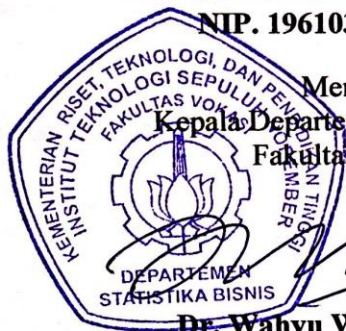
SURABAYA, 31 MEI 2018

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir



Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T

NIP. 19610311 198701 2 001



Mengetahui,
Kepala Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi-ITS

Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si

NIP. 19740328 199802 1 001

METODE *SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI JUMLAH *DEFECT* PADA PRODUKSI KACA FL 5

Nama : Dessyana Ratna Widyasari
NRP : 10611500000027
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T

ABSTRAK

PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo merupakan salah satu produsen kaca lembaran di Indonesia. Salah satu produk kaca yang paling cepat laku di pasaran adalah kaca *glazing* jenis FL 5mm. Masalah yang dihadapi perusahaan adalah tingginya *defect rate* pada bulan Januari 2018 yaitu sebesar 7,32%, padahal perusahaan menetapkan target defect rate sebesar 6,6%. Nilai ini juga meningkat dibandingkan defect rate bulan Desember 2017 yang hanya sebesar 6,36%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis cacat penyebab tingginya *defect rate* pada bulan Januari 2018, menganalisis akar permasalahan masing-masing jenis cacat serta memberikan usulan perbaikan menggunakan pendekatan *six sigma* DMAIC. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa jenis cacat dominan yang terjadi pada kaca menurut prinsip Pareto adalah *bubble*, *chippig*, dan *drip*. Nilai indeks kapabilitas sebesar -0,24628 dan nilai sigma sebesar $3,72\sigma$. Jenis cacat yang dominan adalah *bubble*, *drip*, dan *chipping* disebabkan oleh faktor kelalaian manusia dan mesin sehingga perbaikan yang dilakukan berfokus pada manusia dan mesin. Selain itu perusahaan diharapkan dapat meningkatkan nilai sigma paling tidak $0,07\sigma$ untuk mencapai target yang ditentukan.

Kata Kunci: DMAIC, FL 5mm, Perbaikan, *Six Sigma*

SIX SIGMA METHOD FOR REDUCING DEFECTS ON FL5 GLASS PRODUCTION

Name : Dessyana Ratna Widyasari
NRP : 10611500000027
Departement : Business Statistics Faculty of Vocations ITS
Supervisor : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T.

ABSTRACT

PT. Asahimas Flat Glass tbk, Sidoarjo is the one of flat glass factory in Indonesia. The factory always control the glass' quality. One of the glass product that sold fast in the market is glazing glass type FL 5mm.. The problem that now faced by the factory is increasing number of defect rate in Januari 2018 about 7,32%, where the target of the defect rate is only 6,6% from the amount of production. This percentage is increasing from last month, December 2017 was just only about 6,36%. The purpose of the research is identification of types of defect that occurs in glass production and what cause high number defect rate in January 2018, analyzing the root of cause each type of defect and giving the alternative solutions for improval phase using six sigma method DMAIC. Based on analysis results, the types of defects that occurs using Pareto principel are bubble, chipping, and drip. Capability index value is -0,24628 and sigma level is 3,72 σ . Dominant defects are bubble, drip and chipping which were caused by man and machine factor so improvement phase focused in man and machine. Then analyzing the root causes using Ishikawa diagram for each defect type. The factory should increase sigma level at least 0,07 σ for aiming the target.

Keywords: DMAIC, FL 5mm, Improvement, Six Sigma

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan Semesta Alam yang memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul:

“Metode Six Sigma untuk Mengurangi Jumlah Defect pada Produksi Kaca FL 5”.

Terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, sehingga penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T. selaku dosen pembimbing sekaligus dosen wali yang senantiasa sabar dalam membimbing dan mengarahkan kami dari awal hingga tugas akhir ini selesai dengan baik. Beliau juga tak henti-hentinya mendoakan dan memberikan nasehat kepada penulis selama penulis duduk di bangku perkuliahan.
2. Ibu Dra. Destri Susilaningrum, S.Si, M.Si sebagai penguji sekaligus validator serta Ibu Iis Dewi Ratih, S.Si., M. Si. dosen penguji atas saran dan kritiknya demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr.Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS.
4. Bapak Dr. Brodjol Sutijo Supri Ulama, S.Si, M.Si selaku Sekretaris Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS.
5. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Prodi Diploma III Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS yang selalu mengingatkan dan memotivasi penulis untuk bersemangat dalam mengerjakan tugas akhir.
6. Para dosen pengajar dan staf Tata Usaha Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS.
7. Semua pihak di PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo, terutama Bapak Sabto dan Bapak Dirgo selaku *General Affairs* yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di perusahaan.

8. Bapak Ulum, Bapak Dodik, Bapak Fajar, Bapak Yusuf, Bapak Huda, Bapak Deddy, Bapak Eko dan semua manajer serta staff di Departemen *Quality Control*, *Quality Assurance*, dan Divisi Produksi yang memberikan arahan dan bimbingan selama penelitian di PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo.
9. Orang tua dan keluarga penulis yang tidak pernah lelah mendoakan dan memeberikan nasehat serta motivasi kepada penulis.
10. Adin, Diza, Aulia, Nafisah dan teman-teman PPS yang selalu ada dikala senang dan sedih serta selalu mengingatkan penulis untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Sahabat penulis terutama Maya, Nadadana, Fina, dan Dina Alif yang selalu memberi semangat ketika penulis sudah *low motivation*.
12. Teman-teman seperjuangan HEROES 2015 semoga sukses selalu.
13. Teman-teman KOMINFO HIMADATA-ITS, UKAFO-ITS, dan *Instagramers* Surabaya.
14. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran diharapkan dari semua pihak untuk tahap pengembangan selanjutnya. Semoga Tugas Akhir ini akan bermanfaat untuk menambah wawasan keilmuan bagi semua pihak.

Surabaya, 31 Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Peta Kendali	5
2.2.1 Peta Kendali <i>u</i>	6
2.3 Indeks Kapabilitas Proses	7
2.4 <i>Six Sigma</i>	8
2.5 Diagram SIPOC	10
2.6 Diagram Pareto	11
2.7 Diagram Ishikawa	12
2.8 <i>Five Whys</i>	12
2.9 Kaca FL5	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	19
3.2 Variabel Penelitian	19
3.3 Metode Analisis	20

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap <i>Define</i>	23
4.1.1 Identifikasi Produk.....	23
4.1.2 Proses Produksi dengan Diagram SIPOC	24
4.2 Tahap <i>Measure</i>	26
4.2.1 Identifikasi <i>Critical to Quality</i>	26
4.2.2 Analisis Kapabilitas Proses.....	27
4.2.3 Perhitungan Nilai σ Proses.....	29
4.3 Tahap <i>Analyze</i>	30
4.3.1 Diagram Sebab Akibat pada Jenis Cacat <i>Bubble</i>	31
4.3.2 Diagram Sebab Akibat pada Jenis Cacat <i>Chipping</i>	32
4.3.3 Diagram Sebab Akibat pada Jenis Cacat <i>Drip</i>	33
4.4 Tahap <i>Improve</i>	34
4.4.1 Perhitungan Nilai σ Target.....	34
4.4.2 Usulan Perbaikan Berdasarkan Akar Permasalahan	35

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	38

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram SIPOC.....	11
Gambar 2.2 Diagram Pareto.....	11
Gambar 2.3 Diagram Ishikawa.....	12
Gambar 2.4 Proses Produksi Kaca Lembaran	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 4.1 Produksi Kaca Bulan Desember 2017- Januari 2018	23
Gambar 4.2 <i>Defect Rate</i> Kaca FL 5 Bulan Desember 2017 dan Januari 2018.....	24
Gambar 4.3 Diagram SIPOC	25
Gambar 4.4 Jenis Cacat yang Terjadi pada Kaca FL5.....	26
Gambar 4.5 Diagram Pareto Jenis Cacat pada Kaca FL5	27
Gambar 4.6 Peta Kendali U Produksi Kaca FL 5	28
Gambar 4.7 Peta Kendali U Produksi Kaca FL 5 Perbaikan Pertama	29
Gambar 4.8 Diagram Sebab Akibat Jenis Cacat <i>Bubble</i>	31
Gambar 4.9 Diagram Sebab Akibat Jenis Cacat <i>Chipping</i>	32
Gambar 4.10 Diagram Sebab Akibat Jenis Cacat <i>Drip</i>	33

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2 Struktur Data Peta Kendali U.....	6
Tabel 2.3 Konsep <i>Six Sigma</i> Motorola.....	9
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	19
Tabel 3.2 Jenis Cacat pada Kaca	20
Tabel 4.1 Perbandingan Nilai Sigma Aktual dan Target	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Penelitian Bulan Januari 2018.....	41
Lampiran 2. Peta Kendali U.....	42
Lampiran 3. Peta Kendali U Perbaikan Pertama	43
Lampiran 4. Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses	44
Lampiran 5. Perhitungan Nilai Sigma Aktual	45
Lampiran 5a. Perhitungan Nilai Z pada Nilai Sigma Aktual menggunakan Kalkulator	45
Lampiran 6. Perhitungan Nilai Sigma Target	46
Lampiran 6a. Perhitungan Nilai Z pada Nilai Sigma Target menggunakan Kalkulator	46
Lampiran 7. Surat Penerimaan Pengambilan Data Perusahaan .	47
Lampiran 8. Surat Kevalidan Data.....	48

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur berkontribusi terhadap perekonomian Indonesia. Menurut kementerian Perindustrian, pada triwulan ketiga 2017, pertumbuhan industri non migas di Indonesia tumbuh 5,49% lebih tinggi dari pertumbuhan ekonomi yaitu hanya sekitar 5,06% (Kontan, 2017). Salah satu produk manufaktur adalah kaca lembaran. Kaca lembaran (*flat glass*) merupakan salah satu komoditi yang berpengaruh terhadap tingginya kontribusi tersebut dengan kapasitas produksi mencapai 1,45 juta ton pada tahun 2014. Kaca merupakan komponen yang sangat penting dalam sebuah bangunan. Menurut Kementerian Perindustrian (2014), perkembangan industri kaca lembaran bergantung pada pertumbuhan sektor properti meliputi perumahan maupun gedung komersil berkontribusi sebesar 75 persen dari total penjualan kaca lembaran, dan 25 persen sisanya dikonsumsi oleh sektor lain.

Kaca merupakan salah satu komponen utama yang digunakan untuk sektor properti. Ditambah lagi dengan menjamurnya gedung-gedung pencakar langit di Indonesia membuat permintaan kaca terus meningkat. PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi kaca lembaran. Produknya tidak hanya dipasarkan di Indonesia, tetapi juga diekspor ke luar negeri seperti Cina, India, Australia, Malaysia dan lain-lain. Salah satu produk kaca yang paling sering dipesan adalah kaca *Glazing* jenis FL (*float glass*). Kaca ini memiliki berbagai varian berdasarkan ketebalannya yaitu 5mm, 6mm, hingga 12mm.

Proses produksi kaca FL harus dikendalikan agar perusahaan mampu memproduksi kaca dengan kualitas terbaik sehingga dapat memenuhi permintaan konsumen. Pengendalian kualitas dan perbaikan adalah sekumpulan aktivitas yang digunakan untuk

memastikan bahwa sebuah produk dan jasa memenuhi persyaratan dan diperbaiki secara berkelanjutan (Montgomery, 2013).

PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo memiliki dua buah tungku untuk memproduksi kaca lembaran yaitu *line A1* dan *line A2*. Namun pada bulan Januari 2018, produksi kaca FL 5mm yang selanjutnya disebut FL5 dilakukan hanya di *line A2* masih menghasilkan *defect rate* yang cukup tinggi yaitu sebesar 7,32% yang melebihi target perusahaan yaitu 6,6% dari jumlah produksi. Angka ini juga meningkat dari bulan Desember 2017 yang hanya sebesar 6,32%. Hal ini dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan baik dari segi waktu maupun biaya jika tidak dilakukan perbaikan.

Terdapat banyak jenis cacat yang terjadi pada kaca, namun cacat yang paling sering terjadi adalah hasil pemotongan yang tidak rata (*chipping*), gelembung udara yang terperangkap dalam kaca (*bubble*), batu di dalam kaca (*inclusion*), pecahan kaca (*cullet*), dan material asing yang menempel pada kaca (*drip*). Kaca yang mengalami cacat serius akan dipisahkan dan dilebur ulang untuk diproduksi kembali. Hal ini tentu saja memerlukan banyak biaya, waktu, dan tenaga sehingga perusahaan harus melakukan perbaikan dalam rangka meminimalisir jenis cacat dalam sebuah proses produksi. Penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan *six sigma* karena selama ini perusahaan belum menerapkan metode *six sigma* dalam proses produksinya. *Six Sigma* merupakan salah satu metode untuk memperbaiki kualitas secara keseluruhan. Menurut Craveling, dkk (2006) *Six Sigma* adalah metode dan sekumpulan alat sebagai contoh menggunakan teknik *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC) untuk perbaikan dan mengatasi masalah dalam suatu proses yang sedang berjalan.

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Larasati (2016) pada proses peleburan produk kaca memberikan hasil bahwa nilai σ meningkat dari 3,32 menjadi 3,59 dan Putra (2016) pada proses pendinginan memberikan hasil bahwa nilai σ meningkat dari

3,61 σ November 2015 menjadi 4,00 σ Desember 2015 setelah dilakukan perbaikan.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam meningkatkan kualitas produksi kaca FL5, perusahaan menentukan *defect rate* atau tingkat cacat produksi maksimal sebesar 6,6% dari total jumlah produksi FL5 per bulannya. Hal ini mendorong perusahaan untuk tetap menjaga kualitas dan menjaga *defect rate* agar tidak melewati batas yang ditentukan. Namun pada bulan Januari 2018, *defect rate* produksi kaca FL5 naik melebihi target perusahaan yaitu sebesar 7,32%. Hal ini akan menimbulkan kerugian dalam segi waktu, tenaga, ataupun modal jika tidak segera dilakukan perbaikan secara menyeluruh. Dalam mengidentifikasi permasalahan pada proses produksi, perusahaan masih belum menggunakan metode *six sigma*. Oleh karena itu kaca FL5 yang diproduksi pada bulan Desember 2017 hingga Januari 2018 akan diidentifikasi jenis-jenis cacat yang terjadi dan dicari penyebabnya serta dibuat usulan tindakan perbaikan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tahapan *six sigma* pada penelitian ini adalah *define*, *measure*, *analyze*, dan *improve* sehingga tujuan yang ingin dicapai pada masing-masing tahapan adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi jenis cacat (*critical to quality*) yang menyebabkan tingginya *defect rate* di bulan Januari 2018.
2. Melakukan analisis kapabilitas proses produksi kaca FL5.
3. Melakukan perhitungan nilai sigma (σ) untuk mengetahui seberapa baik proses produksi kaca FL5.
4. Mencari penyebab cacat dominan untuk mengetahui akar permasalahan jenis cacat menggunakan diagram Ishikawa.
5. Membuat usulan perbaikan berdasarkan jenis cacat yang terjadi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menjadi sumber informasi tentang seberapa baik proses produksi berjalan sebagai bahan evaluasi bagi pihak PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo untuk melakukan perbaikan berkelanjutan dan menyeluruh pada sistem produksi mulai dari tahap awal hingga akhir proses produksi.
2. Memberikan gambaran kepada perusahaan tentang pentingnya program perbaikan seperti *six sigma* agar dapat meminimalisir jumlah cacat sehingga kualitas produk meningkat dan perusahaan tidak mengalami kerugian baik dalam segi modal, waktu, dan baha baku.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan oleh peneliti adalah produk kaca *Glazing* jenis FL5 yang diproduksi oleh PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo pada bulan Januari 2018 pada *line* A2. Sampel diambil pada tahap *final inspection* dengan cacat jenis atribut. Metode *six sigma* yang digunakan hanya empat tahap yaitu DMAI (*Define, Measure, Analyze, dan Improve*). Tahap kontrol tidak dilakukan karena penelitian ini bertujuan untuk membuat usulan perbaikan untuk nantinya dapat diterapkan dan kontrol pada proses produksi diserahkan kepada perusahaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 merupakan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Hasil Penelitian
Angga Dwi Yanuar Putra (2016)	Inspeksi karakteristik kulit kaca pada jenis cacat primer memberikan hasil bahwa perbaikan yang dilakukan perusahaan meningkatkan nilai sigma dari $2,93\sigma$ menjadi $3,36\sigma$ namun tidak ada peningkatan indeks kapabilitas.
Niken Dwi Larasati (2016)	Inspeksi cacat atribut sekunder pada produk kaca menghasilkan bahwa nilai indeks kapabilitas dari 0,29 menjadi 0,39. Sedangkan nilai sigma meningkat dari $3,24\sigma$ menjadi $3,46\sigma$ setelah dilakukan perbaikan.
Milatul Afiah (2017)	Terdapat tiga jenis <i>defect</i> potensial pada produk kaca yaitu <i>cullet</i> , <i>chipping</i> , dan <i>bubble</i> . Nilai sigma proses produksi sebesar $3,63\sigma$ sehingga perusahaan harus meningkatkan sebesar $0,23\sigma$ untuk mencapai target yang ditentukan. Diketahui pula nilai DPMO sebesar 16.434.
Soma Ade Chandra (2015)	Nilai sigma pada proses produksi kaca sebesar $4,161\sigma$. Nilai kapabilitas proses C_p sebesar 0,63 dan C_{pk} sebesar 0,42 yang artinya belum kapabel sehingga dilakukan usulan perbaikan berdasarkan <i>Risk Priority Number</i> (RPN).

2.2 Peta Kendali

Kualitas menurut Montgomery (2013) merupakan kesesuaian dengan fungsinya sedangkan kualitas menurut Grant & Leavenworth (1996) merupakan karakteristik dari pelayanan atau produk yang baik. Pengendalian kualitas merupakan sekumpulan aktivitas yang menyakinkan bahwa tingkat kualitas dari produk dan

jasa telah sesuai dilakukan. Penggunaan kata statistika berkonsentrasi pada penggunaan teknik statistik dalam peningkatan kualitas seperti penggunaan peta kendali. Peta kendali merupakan salah satu alat yang memiliki prinsip untuk mengukur variasi dari kualitas dan terdiri dari batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB). Variasi yang terjadi dapat disebabkan oleh *assignable cause* dan *chance cause*. Jika dideteksi adanya *assignable cause* pada peta kendali harus dieliminasi dari analisis, sedangkan variasi yang disebabkan *chance cause* merupakan variasi alami yang umum terjadi dalam proses.

2.2.1 Peta Kendali U

Peta kendali u digunakan untuk menggambarkan produk cacat (*defective*) dengan jumlah sampel yang bervariasi berdasarkan rata-rata jumlah cacat per unit yang diinspeksi (Montgomery, 2013). Berikut ini adalah struktur data pada peta kendali u .

Tabel 2.2 Struktur Data Peta Kendali U

Subgrup (i)	Ukuran Subgrup (n_i)	Jenis Cacat (j)							c_i	u_i
		A_1	A_2	A_3	...	A_j	...	A_k		
1	n_1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	...	X_{1j}	...	X_{1k}	c_1	u_1
2	n_2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	...	X_{2j}	...	X_{2k}	c_2	u_2
3	n_3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	...	X_{3j}	...	X_{3k}	c_3	u_3
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots	...	\vdots	\vdots	\vdots
i	n_i	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	...	X_{ij}	...	X_{ik}	c_i	u_i
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots	...	\vdots	\vdots	\vdots
p	n_p	X_{p1}	X_{p2}	X_{p3}	...	X_{pj}	...	X_{pk}	c_p	u_p
Rata-rata										

Jika c_i merupakan jumlah cacat dari n unit inspeksi, maka rata-rata cacat per unit inspeksi adalah sebagai berikut.

$$u_i = \frac{c_i}{n_i} \text{ dimana } c_i = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^k X_{ij} \quad (2.1)$$

Nilai c_i mengikuti distribusi *Poisson* sehingga parameter dari peta kendali untuk rata-rata *cacat* per unit adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 BKA &= \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} & BKB &= \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \\
 \bar{u} &= \frac{\sum_{i=1}^{24} c_i}{\sum_{i=1}^{24} n_i}
 \end{aligned} \tag{2.2}$$

Keterangan:

u_i = Rata-rata jumlah cacat per unit pada subgrup ke- i ($i = 1, 2, 3, \dots, p$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, k$)

X_{ij} = jumlah cacat subgrup ke- i dengan jenis cacat ke- j .

n_i = banyak unit kaca yang diperiksa pada subgrup ke- i

c_i = Jumlah cacat pada subgrup ke- i

\bar{u} = Rata-rata jumlah cacat per unit

2.3 Indeks Kapabilitas Proses

Dalam studi tentang kapabilitas data atribut, persentase ketidaksesuaian, p , diestimasi dari semua data subgrup. Indeks “Equivalent” $P_{PK}^{\%}$ ekuivalen dengan indeks P_{PK} berdasarkan persentase untuk proses pada data variabel. Indeks performa proses (P_{PK}) mengukur seberapa baik proses sesuai dengan persyaratan konsumen dalam hal persentase bagian yang tidak sesuai atau cacat. Proses dikatakan kapabel jika nilai “Equivalent” $P_{PK}^{\%}$ lebih dari atau sama dengan 1.

Untuk data atribut, peta kendali mengikuti distribusi *Poisson* sebagai berikut.

$$P(x = \text{jumlah jenis cacat tiap unit}) = \frac{(u')^x e^{-u'}}{x!}; x = 0, 1, 2, \dots \tag{2.3}$$

Jika tidak ditemukan produk cacat, maka peluang produk tidak cacat adalah sebagai berikut.

$$P(x = 0) = \frac{(u')^0 e^{-u'}}{0!} = e^{-u'} \tag{2.4}$$

\hat{u}' dapat diestimasi dari \bar{u} , kemudian didapatkan peluang produk cacat (p') sebagai berikut.

$$\hat{p}' = 1 - P(X = 0) = 1 - e^{-\hat{u}'} \quad (2.5)$$

Kemudian perhitungan *Equivalent* $P_{PK}^{\%}$ dari estimasi \hat{p}' adalah sebagai berikut.

$$\text{Equivalent } \hat{p}_{pk}^{\%} = \frac{Z(\hat{p}')}{3}$$

$$Ppm_{total, LT} = p' \times 10^6 \quad (2.6)$$

Dimana nilai *equivalent* $\hat{p}_{pk}^{\%}$ menjelaskan nilai kapabilitas proses berdasarkan persentase bagian yang ditolak dari nilai tengah distribusi normal dan *Ppm* adalah *parts per million* atau jumlah bagian cacat per satu juta kesempatan (Bothe, 1997).

2.4 Six Sigma

Six Sigma menurut Craveling, dkk (2006) adalah usaha terus menerus yang dilakukan untuk mengurangi produk cacat pada proses produksi menggunakan teknik statistik. Menurut Gaszperz (2002) definisi *six sigma* merupakan suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan dalam 1 juta kali kesempatan atau dikenal sebagai *DPMO* (*defect per million opportunities*) untuk setiap transaksi produk (barang/jasa).

Konsep *Six Sigma* pertama kali diterapkan oleh Motorola pada tahun 1980 dengan penjelasan nilai σ pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Konsep *Six Sigma* Motorola

Level Sigma	True Six Sigma		Six Sigma Motorola ($\pm 1,5$ shift)	
	DPMO	Persentase	DPMO	Persentase
1 σ	317.300	68,27%	691.462	30,8538%
2 σ	45.500	95,45%	308.583	69,1462%
3 σ	2.700	99,73%	66.807	93,3193%
4 σ	63	99,9937%	6.210	99,3790%
5 σ	0,57	99,999943%	233	99,9767%
6 σ	0,002	99,9999998%	3,44	99,99966%

Apabila produk diproduksi pada tingkat 6σ , maka hanya terdapat 3,44 kegagalan dalam satu juta kali kesempatan (DPMO), sehingga perusahaan mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan ada di produk itu. Perlu diketahui bahwa konsep *Six Sigma* Motorola mengizinkan adanya pergeseran rata-rata di setiap karakteristik kualitas sebesar $(\pm 1,5\sigma)$, sehingga akan menghasilkan 3,4 DPMO (*Defect per Million Opportunities*). Hal ini berbeda dengan konsep *six sigma* dalam distribusi normal umum yang tidak mengizinkan adanya pergeseran rata-rata dari rata-rata proses.

Berdasarkan hal tersebut, diperoleh perhitungan nilai sigma dengan pergeseran $\pm 1,5$ -sigma (σ) dari rata-rata proses adalah sebagai berikut.

$$DPO = \frac{\text{jumlah defect}}{\text{jumlah produksi} \times DO} \quad (2.7)$$

$$\text{Nilai Sigma} = z \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (2.8)$$

DPO = *Defect per opportunities*

DO = *defect opportunities*, yaitu kriteria *reject* yang ditetapkan (*Critical to Quality*).

Peningkatan kualitas pada konsep *Six Sigma* dilakukan dengan beberapa tahap yaitu DMAIC yaitu *define, measure, analyze, improve*, dan *control*. Berikut ini adalah penjelasan masing-masing tahapan.

1. *Define*

Tahap *define* merupakan tahap pertama yaitu mengidentifikasi permasalahan yang dialami oleh perusahaan dan tujuan yang akan dicapai.

2. *Measure*

Tahap ini dilakukan dengan pengumpulan data dan pengukuran karakteristik kualitas (*Critical to quality*) yang akan dijadikan

sasaran perbaikan proses. Penghitungan kapabilitas proses dilakukan pada tahap ini.

3. *Analyze*

Tahap *analyze* dilakukan analisis dari penyebab utama cacat pada proses produksi menggunakan alat statistik seperti diagram Ishikawa.

4. *Improve*

Pada tahap ini dilakukan perbaikan untuk optimalisasi proses menggunakan beberapa alternatif seperti *Taguchi*, *brainstorming*, studi literatur, *benchmark*, dan lain-lain.

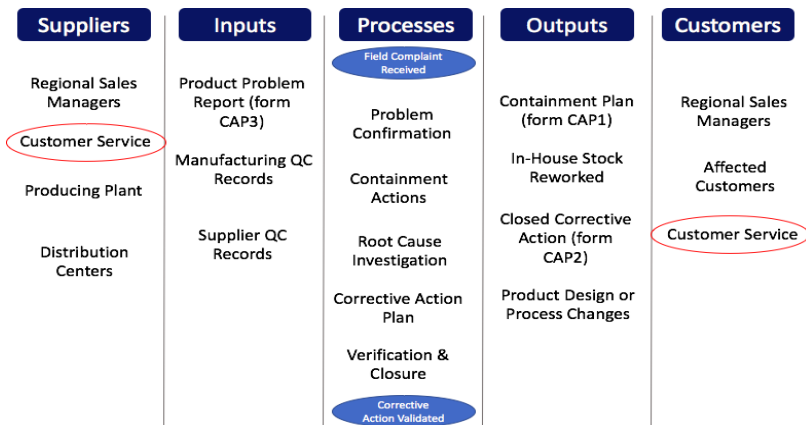
5. *Control*

Pada tahap ini dilakukan tahap pengendalian secara terus menerus untuk mencapai target 6σ . Selain itu dilakukan juga pengawasan terhadap proses untuk menjamin sustainability perbaikan yang sudah dilakukan (Gaspersz, 2002).

2.5 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC memberikan penjelasan sederhana dari suatu proses dan berguna untuk mengetahui gambaran dari elemen dasar produksi. SIPOC memiliki akronim *Suppliers*, *Input*, *Process*, *Output*, *Customers* yang didefinisi sebagai berikut (Montgomery, 2013)

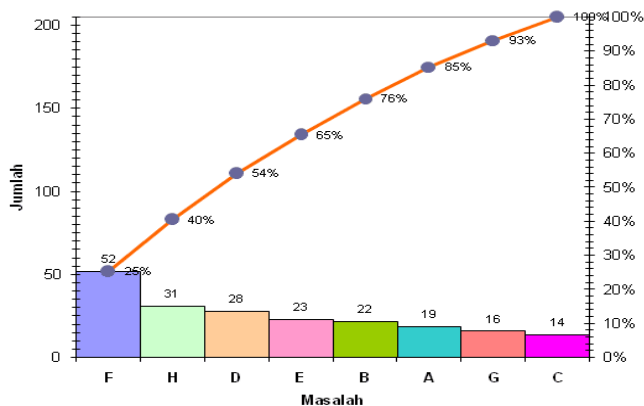
- a. *Suppliers* atau pemasok, yaitu orang-orang yang menyediakan informasi, material, atau item lainnya yang akan digunakan dalam proses.
- b. *Input* adalah informasi material yang disediakan.
- c. *Process* adalah sekumpulan sekumpulan dari tahapan yang dibutuhkan untuk pekerjaan.
- d. *Output* adalah produk, jasa, atau informasi yang dikirim ke konsumen.
- e. *Customer* adalah konsumen di luar perusahaan atau langkah selanjutnya yang akan diambil perusahaan.



Gambar 2.1 Diagram SIPOC

2.6 Diagram Pareto

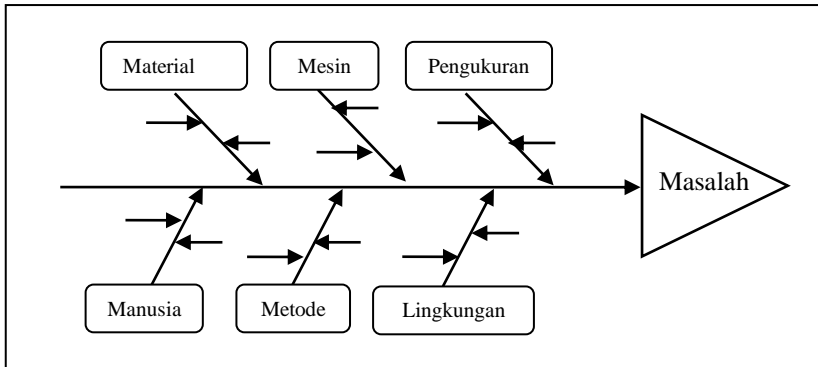
Diagram Pareto merupakan perangkat grafik visual untuk mengurutkan jenis cacat produk dari yang paling penting sampai yang kurang penting. Prinsip yang digunakan pada diagram ini adalah 80:20 yang artinya 80% akibat yang muncul berasal dari 20% sebab yang ada. Diagram Pareto adalah salah satu metode untuk mengelola kesalahan guna membantu memusatkan perhatian untuk upaya penyelesaian masalahnya (Heizer dkk, 2016).



Gambar 2.2 Diagram Pareto

2.7 Diagram Ishikawa

Teknik yang berguna untuk analisis ketidaksesuaian lebih lanjut adalah digram sebab dan akibat dinamakan diagram Ishikawa.



Gambar 2.3 Digram Sebab Akibat

Diagram sebab dan akibat digunakan untuk melukiskan dengan jelas berbagai sumber ketidaksesuaian dalam produk dan saling hubungannya. Berguna dalam memusatkan perhatian operator, insinyur produksi, dan pimpinan dalam masalah kualitas. Mengembangkan diagram sebab dan akibat yang baik biasanya memajukan tingkat pemahaman teknologi proses (Montgomery, 2013).

2.8 Five Whys

Pendekatan *Five Whys* digunakan untuk mencari akar penyebab permasalahan yang dikembangkan oleh Toyota sebagai bagian dari Toyota Production System (TPS). Alat ini dapat diintegrasikan kedalam diagram tulang ikan atau diagram Ishikawa. Prinsipnya adalah menanyakan seseorang untuk mengetahui apa yang mereka pikir penyebab dari suatu masalah hingga menanyakan setidaknya lima kali mengapa hingga mendapatkan jawaban yang sesuai. Contoh pertanyaan pada *Five Whys* pada karyawan yang terlambat.

1. Mengapa? Saya tidak bisa bekerja hari ini.
2. Mengapa? Aki mobil saya habis.
3. Mengapa? Saya tidak sempat mengisinya
4. Mengapa? Kemarin saya terburu-buru hingga lupa mengisi aki mobil
5. Mengapa? Hewan peliharaan saya mati dan saya harus menguburnya. (Bentley & Davis, 2010).

2.9 Kaca FL

Kaca FL atau *float glass* merupakan kaca yang dibentuk dari proses pengapungan dengan timah cair. Kaca ini bening, bersih dan bebas dari distorsi. Kaca ini dipakai untuk interior dan eksterior bangunan seperti perkantoran, bangunan tinggi dan lain-lain. Selain itu dapat juga digunakan sebagai kaca untuk segala jenis perabot rumah tangga seperti *aquarium*, cermin, dan dekorasi.

Kaca FL memiliki ketebalan bermacam – macam mulai dari FL 3 yang artinya ketebalan 3 mm hingga FL 19. Penelitian ini menggunakan jenis kaca FL 5 dimana kaca ini memiliki standar ketebalan 5mm dengan toleransi 4,8 hingga 5,2 mm. kaca ini memiliki massa jenis 12 kg/m^2 .

Bahan baku kaca FL5 sama seperti jenis kaca lainnya, yang membedakan adalah warnanya. Berdasarkan informasi dari Divisi Produksi PT. Asahimas Flat Glass Tbk, terdapat 2 jenis bahan baku, sesuai yang digunakan yaitu *batch* (bahan baku berbentuk butiran) dan *cullet*.

- a. *Batch* merupakan bahan baku berbentuk butiran terdiri dari *silica sand, dolomite, soda ash, sodium sulfat, aluminium hydroxide, calumite, iron oxide, cobalt oxide, chrome oxide, sodium selenite, titanium oxide*, dan *cokes*.
- b. *Cullet* bahan baku berbentuk pecahan kaca.

Berikut ini adalah tahapan pembuatan kaca lembaran di PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo.

1. Proses persiapan bahan baku

Proses Penyimpanan bahan baku dilakukan oleh divisi logistik. Bahan baku terdiri dari bahan baku impor yaitu *soda ash*, *sodium sulfate*, *aluminium hydroxide*, dan lain-lain. Sedangkan bahan baku domestik terdiri atas *silica sand*, *feldspar*, dan *dolomite*. Pada tahap ini dilakukan inspeksi bahan baku dari kontaminasi benda asing.

2. Proses penimbangan bahan baku

Pada proses ini bahan baku ditimbang agar komposisi dan ukuran partikel bahan pembuat kaca sesuai dengan permintaan konsumen.

3. Proses pencampuran bahan baku

Pada proses ini dilakukan pencampuran bahan baku *cullet* dengan *Batch* di *melting section* menggunakan *mixer* agar menjadi campuran yang homogen.

4. Proses peleburan (*melting*)

Proses peleburan antara *batch* dan *cullet* membentuk *molten glass*. Pada proses ini terjadi perubahan fase dari padat ke cair, padat ke gas, dan cair ke gas biasanya melepaskan *bubble*. Proses ini termasuk kedalam *hot process*.

5. Proses Pemurnian (*refining*)

Pada proses pemurnian, terjadi pelepasan *bubble*. Jika *bubble* sedikit akan diteruskan ke proses selanjutnya dan sebaliknya jika banyak maka akan dilebur ulang.

6. Proses pembentukan

Pembentukan kaca disebut proses *drawing* yaitu proses pembentukan *molten glass* menjadi kaca lembaran terjadi di *metal bath* yaitu sebuah kolam yang berisi timah cair. Setelah itu, adonan kaca ditarik oleh *roll* untuk didinginkan dan dipotong. Pada proses ini terjadi cacat jenis *inclusion* dan *drip*, dan *tin pick up*.

7. Proses pendinginan (*Annealing*)

Proses ini disebut juga dengan *Lehr*, yaitu menjadikan adonan kaca menjadi keras, tidak mudah pecah, mudah dipotong, dan *flat*. Suhu kaca yang awalnya 1700°C didinginkan menjadi 300°C.

8. Proses pencucian (*Washing*)

Proses pencucian kaca dilakukan dengan *washing machine* kemudian dikeringkan. Pada tahap ini dilakukan inspeksi cacat kecil menggunakan alat bernama *Innomess* yang berada di ruang *dark booth*.

9. Proses *chemical coating*

Pada proses ini dilakukan penyemprotan menggunakan cairan ZnSO_4 untuk mencegah kaca dari jamur selama disimpan. Setelah dikeringkan kaca dilanjutkan ke proses *cutting*.

10. Proses pemotongan

Proses pemotongan kaca terdiri dari dua cara yaitu pemotongan secara vertikal dengan *length wise cutter* dan pemotongan secara horizontal dengan *cross wise cutter*. Pada proses ini terjadi cacat jenis *cullet*, *scratch*, *pushmark*, *chipping*. Selain itu, dilakukan pengambilan sampel oleh pihak *quality control* yang dinamakan *in process inspection*.

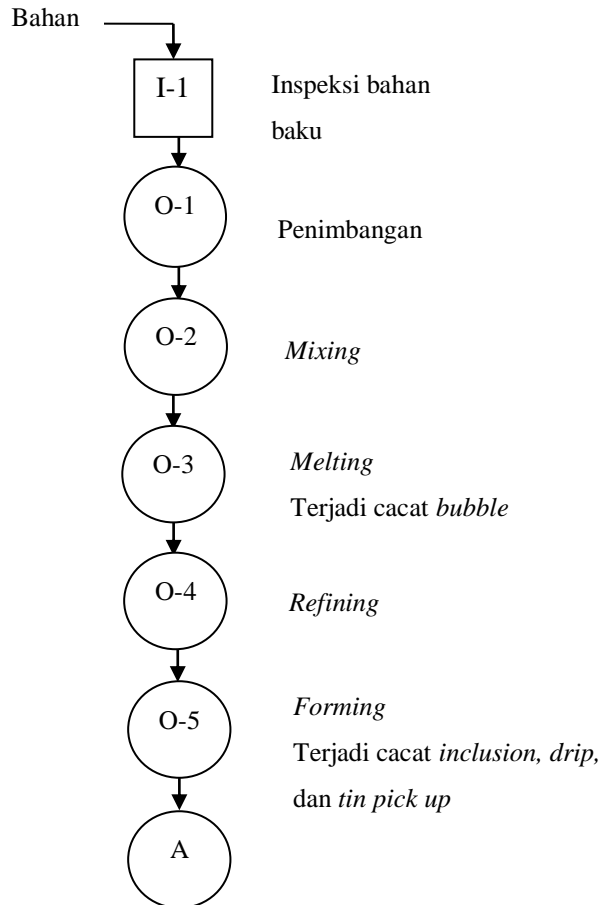
11. Proses pengepakan

Proses pengepakan bertujuan untuk mengemas produk kaca dalam *box* atau *pallet* agar tetap aman saat dikirim ke tempat tujuan.

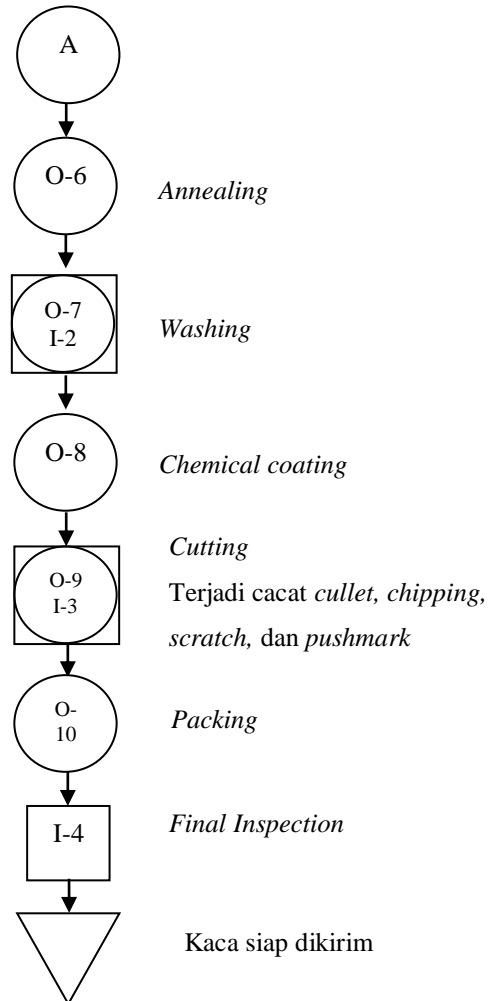
12. Proses *Final Inspection*

Pada proses ini dilakukan inspeksi kualitas terakhir oleh departemen *quality control* sebelum dikirim ke pelanggan.

Gambar 2.4 adalah tahapan produksi kaca lembaran yang digambarkan dalam peta proses operasi.



Gambar 2.4 Proses Produksi Kaca Lembaran



Gambar 2.4 Proses Produksi Kaca Lembaran
(Lanjutan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder dari hasil inspeksi pada *final inspection* yang dapat dilihat pada Gambar 2.4 proses I-4. Inspeksi dilakukan oleh *departemen quality control* (QC) dan *quality assurance* (QA) di PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo, surat penerimaan dapat dilihat di Lampiran 7. Data sekunder yang digunakan adalah hasil inspeksi karakteristik kualitas produk kaca FL5 oleh departemen QC pada periode produksi bulan Desember 2017 dan Januari 2018. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *random sampling* yaitu pengambilan sampel kaca secara acak setiap 4 jam sekali sehingga dalam sehari terdapat 6 kali pengambilan sampel. Jumlah sampel yang diambil perharinya beragam mulai 18 hingga 120 unit. Subgrup yang digunakan adalah hari dikarenakan perusahaan menentukan target *defect* per hari.

Data primer yang diperoleh melalui wawancara dan diskusi dengan tiga orang ahli di bidang *quality control*, *quality assurance*, dan produksi untuk mengetahui akar permasalahan pada proses produksi dan solusi perbaikan untuk perusahaan.

3.2 Variabel Penelitian

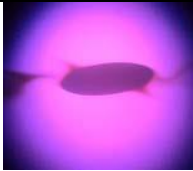

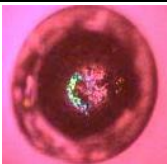

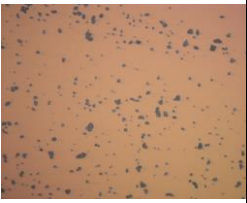

Jenis cacat atribut yang terjadi terdiri dari banyak jenis, namun pada penelitian ini digunakan jenis cacat yang paling sering terjadi pada kaca diantaranya *bubble*, *inclusion*, *drip*, *tin pick up*, *cullet*, *pushmark*, *chipping*, dan *scratch* dengan penjelasan sebagai berikut.

Tabel 3.1 Karakteristik Kualitas

CTQ	Definisi operasional	Simbol
Bubble	Bubble merupakan jenis cacat kaca yang berupa gelembung udara pada kaca	A ₁
Inclusion	Jenis cacat berupa gelembung kecil dalam kaca akibat proses peleburan bahan baku yang kurang sempurna	A ₂
Drip	Jenis cacat berupa benda atau batuan dari ruang <i>forming</i> atau <i>bath</i> yang jatuh diatas permukaan kaca.	A ₃
Cullet	Cullet pecahan atau serpihan kaca hasil proses pemotongan yang tidak sempurna	A ₄
Chipping	Cacat berupa potongan tidak rata pada sudut tepi potong kaca.	A ₅
Lainnya	Jenis cacat lain-lain terdiri dari <i>scratch</i> , <i>pushmark</i> , dan <i>tin pick up</i> .	A ₆

Struktur data penelitian terdapat pada Tabel 2.2.
Berikut ini adalah gambar masing-masing jenis cacat pada kaca FL5.

Tabel 3.2 Jenis Cacat pada Kaca

<i>Bubble</i>	<i>Inclusion</i>	<i>Drip</i>
		
<i>Chipping</i>	<i>Tin Pick Up</i>	<i>Scratch</i>
		

3.3 Metode Analisis

Metode yang analisis yang digunakan adalah *six sigma* dengan menggunakan empat tahapan yaitu *define*, *measure*, *analyze*, dan *improve*. Langkah-langkah penelitian dapat ditulis sebagai berikut.

1. Tahap *define*

Pada tahap *define* dilakukan penelitian terhadap kondisi perusahaan melalui observasi langsung terhadap proses produksi dari tahap persiapan bahan baku hingga proses pengiriman di perusahaan. Selain itu dilakukan observasi terhadap kinerja karyawan di perusahaan tersebut.

2. Tahap *measure*

Pada tahap *measure* dilakukan identifikasi CTQ (*critical to quality*) potensial setelah itu dilakukan analisis kapabilitas proses produksi menggunakan peta kendali u dan menentukan nilai kapabilitas proses. Selain itu dihitung pula level σ proses produksi.

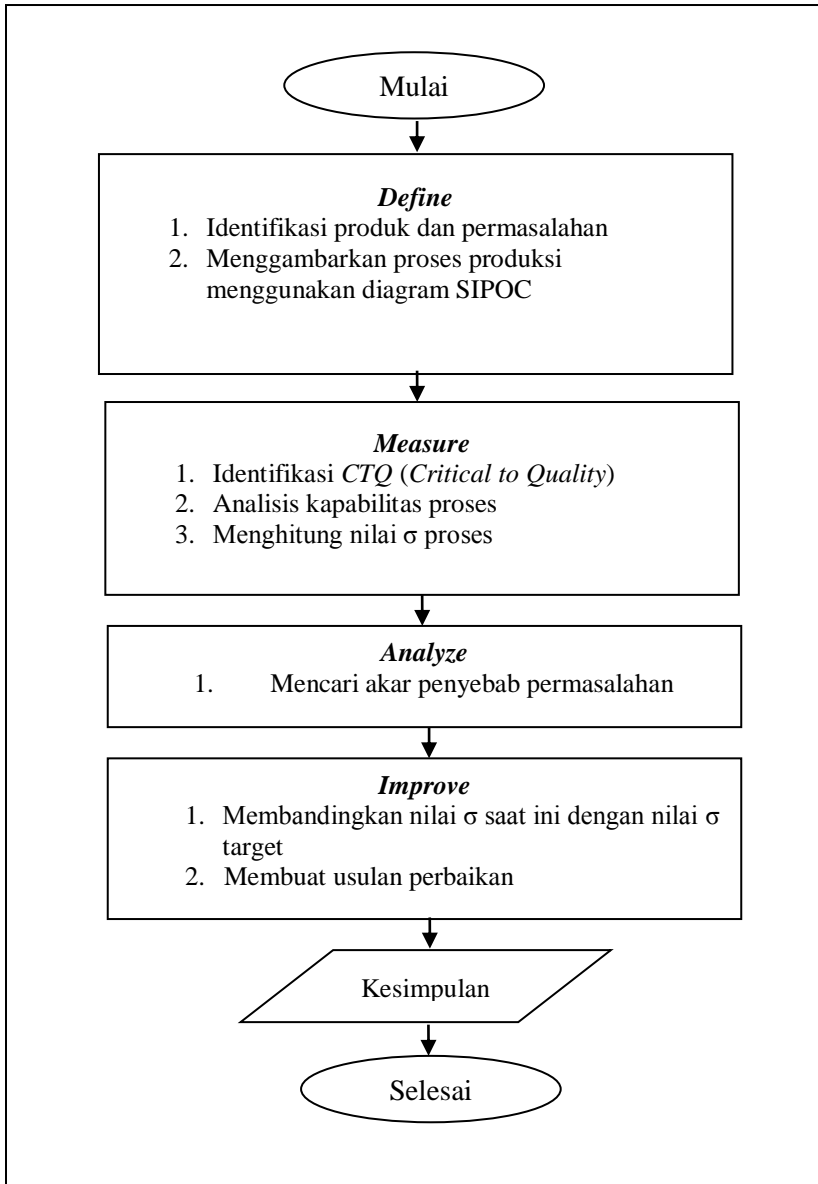
3. Tahap *analyze*

Tahap *analyze* atau tahap analisis terhadap jenis cacat yang paling sering terjadi pada produk. Analisis yang digunakan berkaitan dengan penyebab utama cacat produk dan akar permasalahannya menggunakan diagram sebab akibat dengan *tools 5 Whys*.

4. Tahap *improve*

Tahap *Improve* merupakan tahap perbaikan yaitu menuju target nilai sigma dengan membuat usulan-usulan perbaikan sesuai dengan akar permasalahan dari setiap jenis cacat.

Diagram alir dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

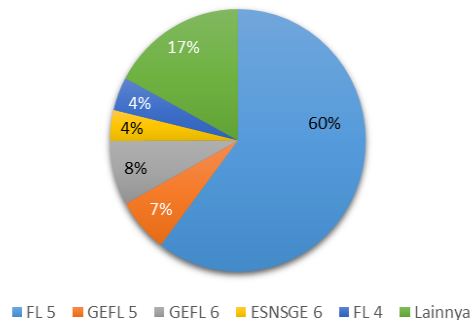
Permasalahan produk cacat yang terjadi di proses produksi kaca akan dibahas bagian ini menggunakan 4 tahapan *six sigma* yaitu *Define, Measure, Analyze* dan *Improve*. Setelah itu akan dibuat usulan-usulan perbaikan yang sesuai dengan permasalahan yang terjadi.

4.1 Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan tahap pertama pada proses DMAIC. Pada tahap ini dilakukan identifikasi produk amatan yaitu produk kaca FL 5 dan penggambaran proses produksi menggunakan diagram *Supplier, Input Process, Output, Customer* (SIPOC).

4.1.1. Identifikasi Produk

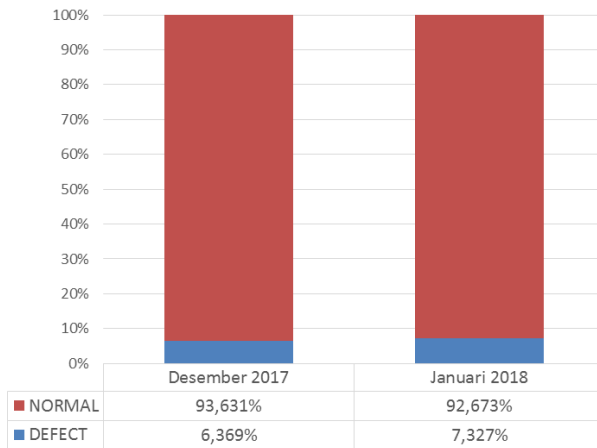
Kaca FL 5 merupakan jenis kaca *Glazing* yang diproduksi di *line* A2. Kaca ini merupakan kaca yang paling sering diproduksi selama bulan Desember 2017 dan Januari 2018 dikarenakan kaca ini cepat laku di pasaran. Berikut ini adalah perbandingan produksi kaca FL5 dengan kaca lainnya.



Gambar 4.1 Produksi Kaca Bulan Desember 2017 – Januari 2018

Produk kaca FL 5 memiliki persentase terbesar yaitu 60% dari jumlah produksi kaca selama bulan Desember 2017 dan Januari 2018. Perusahaan menjaga kualitas produksi kaca

dengan menetapkan target sebesar 6,6% per bulannya dari jumlah produksi kaca FL 5. Namun pada bulan Januari terjadi peningkatan *defect rate* yang dapat dijelaskan pada Gambar 4.2 sebagai berikut.

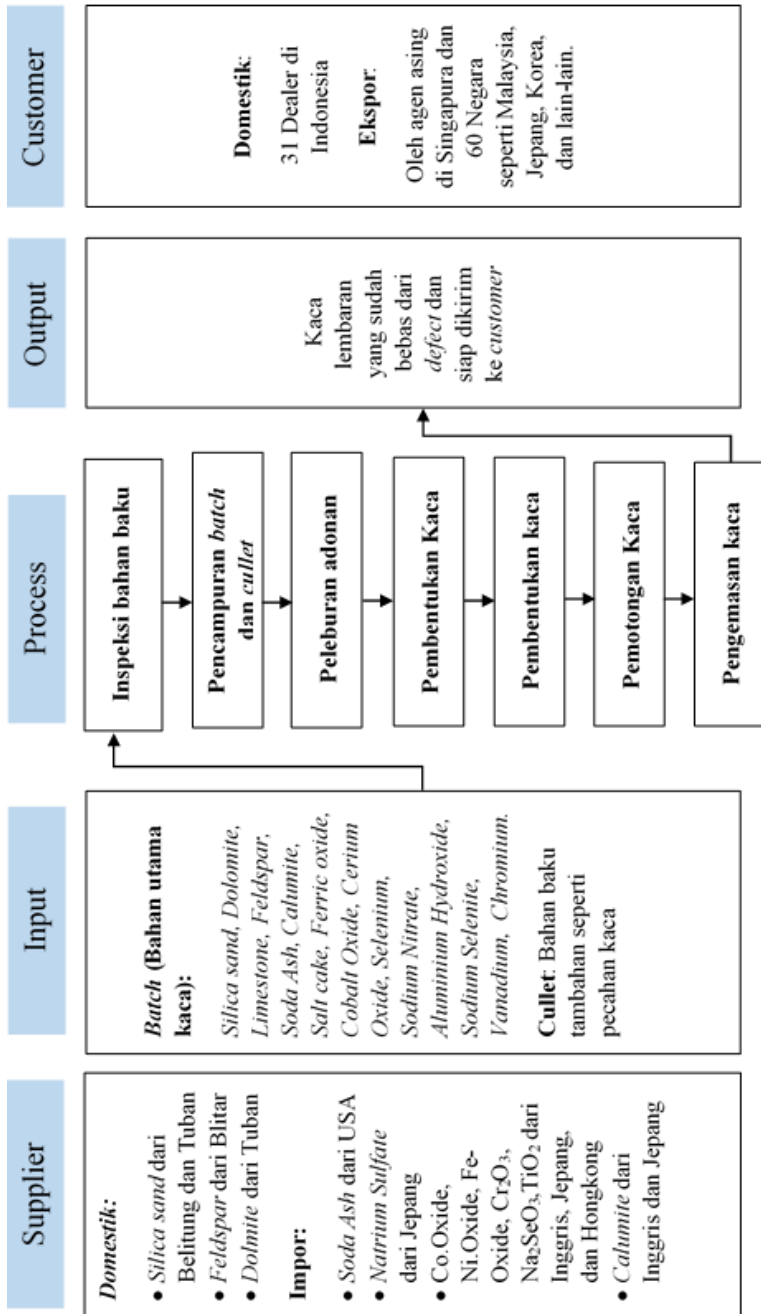


Gambar 4.2 *Defect Rate* kaca FL 5 Bulan Desember 2017 dan Januari 2018

Gambar 4.2 menunjukkan *defect rate* pada produksi kaca pada bulan Desember 2017 sebesar 6,36% atau setara dengan 3.703 cacat dari total produksi sebanyak 58.150 unit sedangkan pada bulan Januari 2018, *defect rate* sebesar 7,32% atau setara dengan 10.264 cacat dari total produksi sebanyak 140.087 unit. Perusahaan menentukan target untuk *defect rate* maksimal sebesar 6,6% setiap bulannya namun pada bulan Januari 2018, jumlah *defect rate* melebihi target maksimal yang ditentukan perusahaan sehingga menjadi masalah yang harus segera diperbaiki.

4.1.2 Proses Produksi dengan diagram SIPOC

Diagram SIPOC menunjukkan aktivitas produksi kaca FL5 dimulai dari pasokan bahan baku yang kemudian diolah menjadi *output* Identifikasi lima elemen SIPOC dilakukan dengan melakukan wawancara dengan beberapa ahli di bagian produksi. Berikut ini adalah diagram SIPOC pada proses produksi kaca FL 5 di PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo.



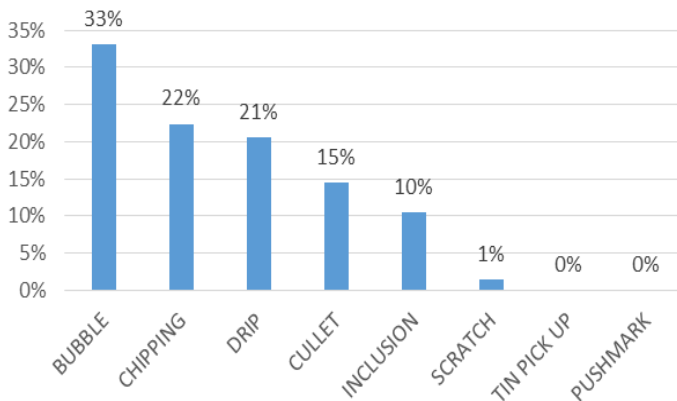
Gambar 4.3 Diagram SIPOC pada Produksi Kaca FL5

4.2 Tahap *Measure*

Produk kaca yang memiliki kualitas baik merupakan kaca yang terbebas dari cacat. Pada proses produksinya, terdapat banyak jenis cacat yang terjadi, hal ini bisa disebabkan oleh banyak hal, seperti faktor mesin dan manusia. Jumlah cacat yang terlalu banyak dapat menurunkan kualitas produk dan mengakibatkan produk kaca ditolak oleh konsumen, sehingga harus dilakukan pengukuran terhadap cacat yang terjadi untuk selanjutnya dilakukan analisis. Tahap *measure* atau pengukuran merupakan tahap kedua dari DMAIC yaitu pengukuran data yang sudah dikumpulkan. Pengukuran ini meliputi identifikasi jenis CTQ (*Critical to quality*), analisis kapabilitas proses, dan penghitungan nilai σ .

4.2.1 Identifikasi *Critical to Quality*

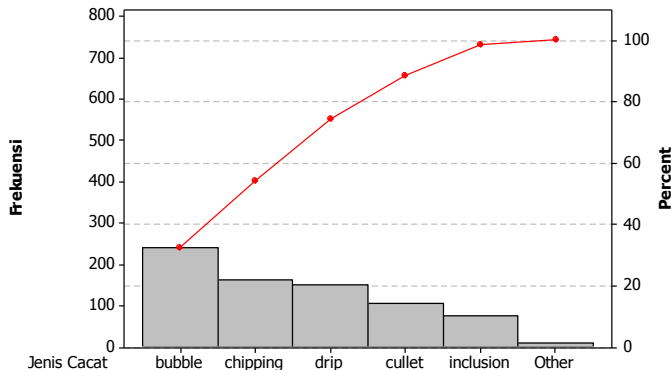
Pada tahap *measure* atau pengukuran dilakukan identifikasi karakteristik kualitas (*critical to quality*) atau jenis cacat yang memberikan kontribusi terbesar pada produk kaca FL5. Gambar 4.4 menunjukkan persentase jumlah cacat kaca FL5 pada data di Lampiran 1 selama bulan Januari 2018.



Gambar 4.4 Jenis Cacat yang Terjadi pada Kaca FL 5

Berdasarkan Gambar 4.4, dapat diidentifikasi *critical to quality* yang terjadi pada produk kaca FL 5 yaitu *bubble*, *inclusion*,

drip, *cullet*, *chipping*, dan lainnya. Jenis cacat lainnya yaitu *scratch*, *pushmark*, dan *tin pick up*. Selanjutnya dibuat diagram Pareto untuk mengetahui jenis cacat yang dominan.



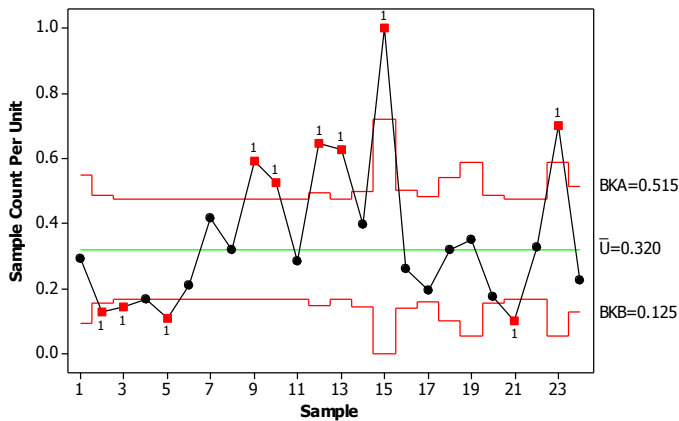
Gambar 4.5 Diagram Pareto pada Jenis *Defect* Kritis

Berdasarkan prinsip Pareto, jenis cacat yang memiliki total persentase kontribusi kurang lebih 80% harus dilakukan perbaikan. Tiga jenis cacat tertinggi yang berpengaruh sekitar 74% adalah *bubble* yang memiliki kontribusi sebesar 32,3%, *chipping* sebesar 21,8%, dan *drip* sebesar 20,1% dari total produksi yaitu 140.087 unit.

4.2.2 Analisis Kapabilitas Proses

Langkah berikutnya adalah melakukan analisis kapabilitas proses untuk mengetahui apakah proses produksi kaca FL 5 bulan Januari 2018 terkendali secara statistik atau tidak. Selain itu dilakukan penghitungan indeks kapabilitas proses untuk mengetahui apakah proses telah kapabel atau belum yang ditandai dengan nilai $P_{PK}^{\%} \geq 1$.

Peta kendali yang digunakan untuk memeriksa kondisi proses produksi adalah peta kendali u . Dengan menggunakan Persamaan (2.2) dan data produksi kaca FL5 pada Lampiran 2 diperoleh peta kendali u sebagai berikut.



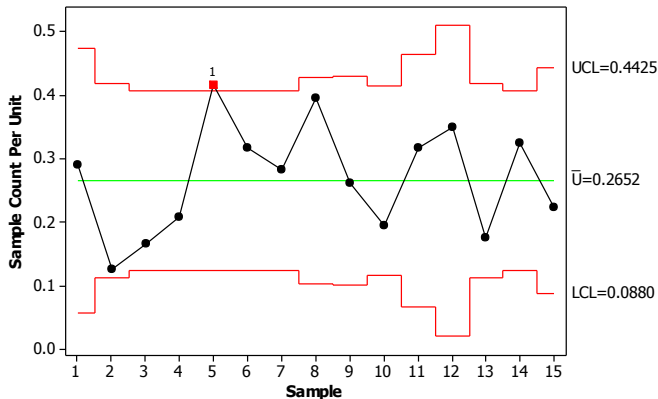
Tests performed with unequal sample sizes

Gambar 4.6 Peta Kendali U Produksi Kaca FL5

Proses produksi kaca FL5 masih belum terkendali secara statistik ditandai dengan banyaknya plot pengamatan yang berada diluar batas kendali atas maupun batas kendali bawah sehingga harus diidentifikasi penyebabnya. Menurut dokumentasi dari perusahaan, pada tanggal 2 Januari 2018 tidak diketahui penyebab pengamatan diluar batas kendali sehingga dapat dikategorikan sebagai *chance cause*. Namun pada tanggal 3 Januari 2018 terdapat masalah pada mesin yaitu batu *Marsenite* jatuh di mesin *melter* sehingga terjadi cacat produk yang terlalu banyak. Selain itu, dampak dari permasalahan ini berlangsung hingga akhir bulan, sehingga cacat produk yang terjadi pada tanggal 29 Januari 2018 juga disebabkan oleh kesalahan mesin.

Oleh karena itu, cacat produk yang terjadi mulai tanggal 3 Januari 2018 hingga 31 Januari 2018 dapat dikategorikan sebagai *assignable cause* atau penyebab yang diketahui, sehingga pengamatan diluar batas kendali yang terjadi pada rentang tanggal 3 Januari hingga 31 Januari harus dihapus pada analisis selanjutnya dan dibuat batas kendali yang baru. Berikut

ini adalah peta kendali u perbaikan pertama berdasarkan perhitungan pada Lampiran 3.



Tests performed with unequal sample sizes

Gambar 4.7 Peta Kendali U Produksi Kaca FL5 Perbaikan Pertama

Peta kendali u pada perbaikan pertama dianggap telah terkendali secara statistik dikarenakan plot pengamatan pada observasi ke-5 atau pada tanggal 7 Januari disebabkan oleh variasi yang random yang umum terjadi pada proses produksi, sehingga dikategorikan sebagai *chance cause* dan tidak perlu dihapus dari analisis. Perhitungan indeks kapabilitas proses menggunakan Persamaan (2.6) pada Lampiran 4.

Nilai $\bar{u} = 0,2652$ akan menghasilkan peluang produk kaca tidak cacat sebesar $P(X = 0) = 0,767$, sehingga diperoleh peluang produk kaca cacat sebesar $\hat{p}' = 0,2329$. Nilai indeks kapabilitas (*equivalent* $P_{PK}^{\%}$) pada proses produksi kaca FL 5 bulan Januari belum kapabel ditunjukkan oleh nilai *Equivalent* $P_{PK}^{\%}$ sebesar -0,24628 yang masih kurang dari 1 yang berarti terjadi permasalahan yang serius pada proses produksi. Berdasarkan hal tersebut, dibutuhkan perbaikan untuk mengurangi jumlah cacat yang terjadi dengan cara menganalisis

lebih lanjut akar pemasalahan jenis cacat pada tahap *Analyze* kemudian diusulkan solusi perbaikan pada tahap *Improve*.

4.2.3 Perhitungan Nilai σ Proses

Nilai sigma (σ) merupakan salah satu indikator untuk mengetahui kebaikan proses produksi yang kemudian dapat dijadikan acuan untuk dilakukan proses perbaikan. Nilai σ dihitung berdasarkan produksi total kaca FL 5 di bulan Januari 2018. Tabel 4.1 merupakan jumlah produksi dan cacat kaca FL5 bulan Januari 2018.

Jumlah produksi kaca FL 5 pada bulan Januari 2018 sebanyak 140.087 unit dimana jumlah cacat pada produk sebanyak 10.264. Perhitungan DPO dan DPMO menggunakan Persamaan (2.7) dengan jumlah karakteristik kualitas sebanyak 6, kemudian dihitung nilai sigma proses menggunakan Persamaan (2.8) pada Lampiran 5.

Nilai sigma proses sebesar $3,72\sigma$ dengan DPMO atau *defect per million opportunities* sebesar 12.212 yang artinya terdapat sebanyak 12.212 kegagalan dalam 1 juta kesempatan. Nilai ini juga meningkat jika ditinjau dari tiga penelitian masa lalu yaitu penelitian oleh Afiah (2016) dimana nilai sigma proses sebesar $3,63\sigma$ dan DPMO sebanyak 16.434, penelitian oleh Larasati (2016) yaitu sebesar $3,46\sigma$ dan penelitian Putra (2015) sebesar $3,36\sigma$.

Walaupun nilai sigma meningkat, tetapi *defect* (cacat produk) yang terjadi masih tinggi yaitu sebesar 7,32% dimana nilai ini melebihi target perusahaan yaitu 6,6% sehingga perusahaan harus melakukan perbaikan untuk mengurangi cacat produk yang terjadi.

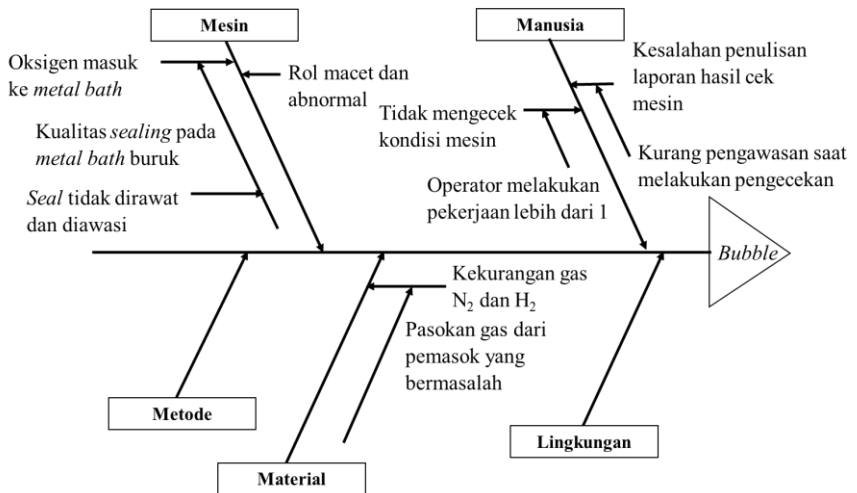
4.3 Tahap *Analyze*

Tahap *Analyze* merupakan tahapan ketiga dalam *six sigma* yaitu tahap analisis terhadap akar penyebab utama cacat yang terjadi pada kaca. Pada Gambar 4.5 telah dijelaskan jenis cacat dominan yang terjadi menggunakan prinsip Pareto adalah

bubble, *chipping*, dan *drip* kemudian dianalisis menggunakan diagram Ishikawa (diagram sebab akibat).

4.3.1 Diagram Sebab Akibat pada Cacat Jenis *Bubble*

Berikut ini adalah diagram sebab akibat pada jenis cacat *bubble*.



Gambar 4.8 Diagram Sebab Akibat Jenis Cacat *Bubble*

Jenis cacat *bubble* merupakan jenis cacat dimana terdapat gelembung udara yang terperangkap di dalam kaca. Gambar 4.8 menjelaskan beberapa penyebab *bubble* dari segi mesin, manusia, dan material sedangkan faktor metode dan lingkungan tidak mempengaruhi terjadinya *bubble*.

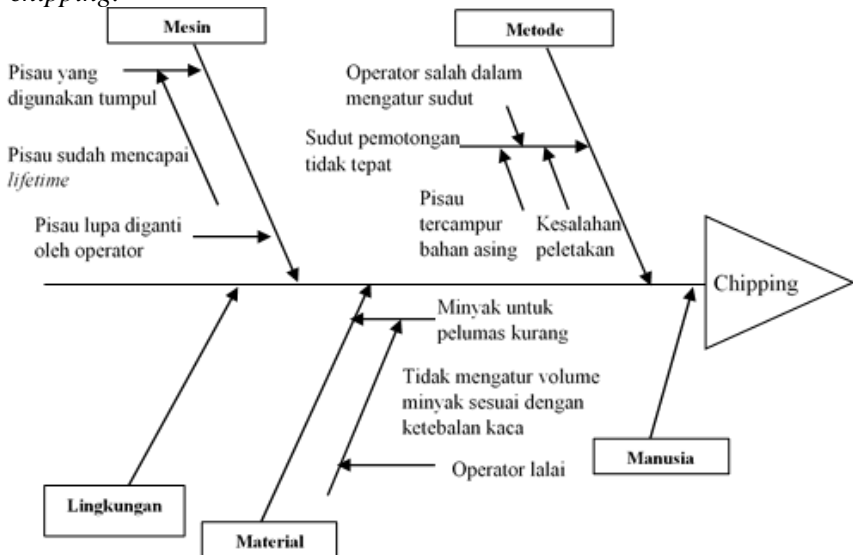
Terdapat *thermocouple* pada mesin yang digunakan untuk mengontrol temperatur pada proses peleburan namun tidak bekerja dengan baik, akibatnya peleburan tidak sempurna dan melepaskan gelembung udara ke kaca. Hal ini disebabkan karena *thermocouple* sudah mencapai *lifetime* dan belum dilakukan kalibrasi ulang oleh operator.

Selain menggunakan *thermocouple*, operator juga diharuskan untuk mengontrol suhu, namun terkadang operator tidak mengontrol suhu dikarenakan terdapat pekerjaan lain yang

sama pentingnya. Selain itu, *bubble* juga disebabkan karena masalah dari proses pemurnian yaitu kurangnya *saltcake* yang berfungsi untuk mencegah pelepasan gelembung udara ke kaca. Kekurangan *saltcake* disebabkan karena perusahaan melakukan coba-coba (*trial and error*) pada jumlah *saltcake* yang digunakan. Hal ini disebabkan karena perusahaan tidak mempunyai patokan seberapa banyak *saltcake* yang digunakan pada sekali produksi.

4.3.2 Diagram Sebab Akibat pada Cacat Jenis *Chipping*

Berikut ini adalah diagram sebab akibat pada jenis cacat *chipping*.



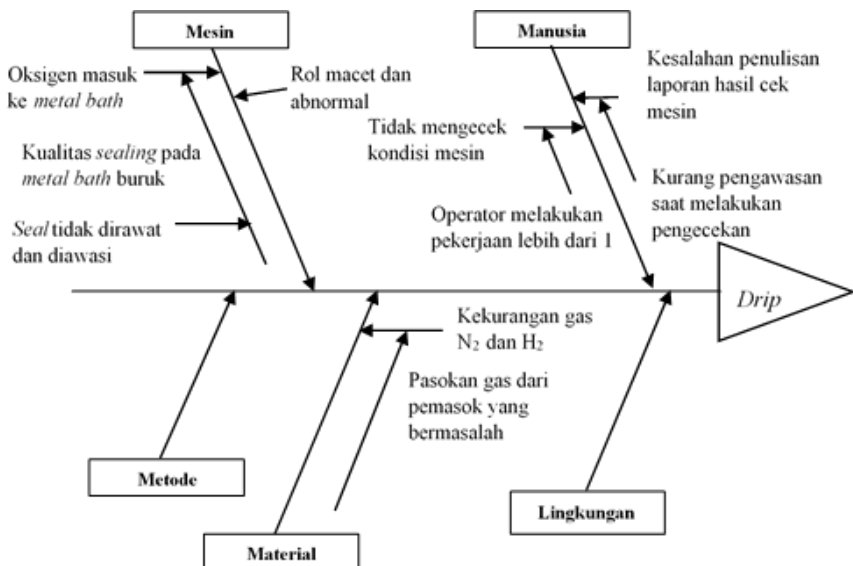
Gambar 4.9 Diagram Sebab Akibat Jenis Cacat *Chipping*

Jenis cacat *chipping* terjadi saat proses *cutting* yaitu hasil pemotongan kaca yang kurang sempurna. Penyebabnya bisa karena pisau yang digunakan untuk menggunting kaca sudah tumpul karena sudah mencapai *lifetime*. Opeator juga terkadang lupa mengganti pisau pada mesin sehingga hasil pemotongan tidak rata karena pisau sudah tumpul.

Kemiringan dari sudut pemotongan harus diatur menggunakan prinsip *phytagoras* agar pemotongan lurus dan rata. Kesalahan pengaturan sudut disebabkan karena operator sulit memahami prinsip *phytagoras*. Selain itu, disebabkan karena menempelnya benda asing pada pisau dan kesalahan peletakan pisau saat proses penggantian. Jika ditinjau dari segi material, minyak yang digunakan untuk pelumas kurang bahkan habis. Penggunaan minyak harus disesuaikan dengan ketebalan kaca, namun operator terkadang lalai dan lupa menyesuaikan penggunaan minyak. Faktor lingkungan dan faktor manusia tidak menyebabkan cacat jenis *chipping*.

4.3.3 Diagram Sebab Akibat pada Cacat Jenis *Chipping*

Berikut ini adalah diagram sebab akibat pada jenis cacat *chipping*.



Gambar 4.10 Diagram Sebab Akibat Jenis Cacat *Drip*

Jenis cacat *drip* merupakan hasil reaksi timah (Sn) dan oksigen (O_2) pada *metal bath* pada *hot process* menghasilkan sebuah komponen asing seperti batu yang berada di dalam kaca dan tidak bisa dihilangkan. Penyebab dari *drip* dapat dikarenakan faktor manusia, mesin dan material. Kualitas *sealing* yang buruk menyebabkan oksigen masuk secara berlebihan dan akan bereaksi dengan timah.

Jumlah operator pada *hot process* sangat terbatas dan melakukan pekerjaan lebih dari satu sehingga tidak dapat dilakukan pengawasan mesin secara efektif. Hal ini menyebabkan hasil pengecekan tidak akurat dan salah informasi. Selain itu, dapat pula disebabkan dari kekurangan gas nitrogen dan hidrogen yang berfungsi untuk mengikat oksigen yang masuk. Penyebab kekurangan gas tersebut bukanlah dari perusahaan, melainkan masalah dari pihak pemasok gas.

4.4 Tahap *Improve*

Tahap *improve* atau perbaikan merupakan tahapan keempat pada *six sigma*. Pada tahap ini akan dihitung nilai sigma target dan akan dibandingkan dengan nilai sigma aktual kemudian akan dibuat usulan perbaikan tiap jenis cacat berdasarkan akar permasalahan yang sudah dianalisis pada tahap *analyze*.

4.4.1 Perbandingan Nilai σ Aktual dan Target

Berdasarkan data dari pihak perusahaan, *defect rate* maksimum sebesar 6,60% dari jumlah produksi sehingga dapat diperoleh nilai σ target yang dihitung pada Lampiran 6 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Perbandingan Nilai Sigma Target dan Aktual

	Jumlah produksi	Jumlah cacat	DPMO	Nilai sigma
Aktual	140.087	10.264	12.212	3,72 σ
Target	140.087	9.246	11.000	3,79 σ

Jumlah produksi di masa yang akan datang diasumsikan sama dengan jumlah produksi bulan Januari 2018 yaitu 140.087 unit

dengan target *defect rate* sebesar 6,6% dari jumlah produksi sehingga diperoleh jumlah *defect* maksimum sebanyak 9.246. Nilai sigma target diperoleh sebesar $3,79\sigma$ sedangkan nilai sigma aktual hanya sebesar $3,72\sigma$, maka perusahaan harus meningkatkan nilai σ setidaknya sebesar 0,07 dan mengurangi DPMO sebanyak 1.212 pada produksi kaca selanjutnya dengan cara menerapkan usulan perbaikan sesuai akar permasalahan masing-masing jenis cacat agar sesuai target *defect* yang ditentukan perusahaan.

4.4.2 Usulan Perbaikan berdasarkan Akar Permasalahan

Berikut ini adalah beberapa usulan perbaikan masing-masing jenis cacat yang nantinya dapat dijadikan masukan untuk memperbaiki cacat produk yang terjadi saat produksi kaca FL5.

a. Jenis cacat *Bubble*

Mesin : Melakukan kalibrasi *thermocouple* setidaknya 3 bulan sekali

Manusia : Melakukan pengawasan terhadap operator yang bekerja dan menambah jumlah operator agar satu operator tidak terbebani banyak pekerjaan.

Material : Membuat referensi/patokan dari data masa lalu agar tidak melakukan *trial and error* terus-menerus. Selain itu, dapat pula dilakukan metode peramalan untuk kebutuhan *saltcake* pada masa yang akan datang.

b. Jenis cacat *chipping*

Mesin : Perlunya *briefing* dan kontrol ke operator agar selalu mengganti pisau secara berkala. Selain itu dapat pula dengan pembuatan jadwal penggantian pisau.

Metode : Memilih operator yang lebih ahli dalam bidang trigonometri. Selain itu perusahaan diharapkan menambah tenaga manusia dalam proses pembersihan pisau.

Material : Melakukan edukasi dan *training* secara berkala tentang kebutuhan minyak sesuai dengan ketebalan kaca. Selain itu dapat pula dengan penempelan poster pada mesin agar operator tidak lupa.

c. Jenis cacat *drip*

Mesin : Melakukan pemeriksaan dan penggantian *seal* secara berkala.

Manusia :Menambah operator di *hot process* dan kegiatan patroli untuk mengawasi kinerja operator harus diperketat.

Material :Memperbanyak komunikasi dan koordinasi dengan pihak pemasok gas.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil yang didapatkan dari analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Jenis cacat yang terjadi diantaranya *bubble*, *inclusion*, *drip*, *cullet*, *chipping*, *tin pick up*, *pushmark*, dan *scratch* namun yang paling dominan adalah *bubble*, *chipping*, dan *drip* yang mencapai hampir 80%.
2. Proses produksi pada bulan Januari 2018 masih belum kapabel dengan nilai *Equivalent P_{PK}*[%] sebesar -0,24628 yang artinya persentase bagian yang cacat masih tinggi.
3. Nilai sigma proses diperoleh sebesar 3,72σ dengan DPMO sebanyak 12.212 lebih tinggi dibandingkan dengan tiga penelitian sebelumnya yaitu Afiah (2016), Larasati (2016) dan penelitian Putra (2015).
4. Akar permasalahan setiap jenis cacat dominan adalah sebagai berikut.
 - a. Jenis cacat *bubble* disebabkan karena operator yang tidak mengontrol suhu, mesin yang *lifetime* dan tidak ada referensi material.
 - b. Jenis cacat *chipping* disebabkan karena operator yang tidak mengganti pisau dan kesalahan pada metode pemotongan.
 - c. Jenis cacat *drip* disebabkan karena kualitas *sealing* buruk, operator yang menjalankan banyak pekerjaan, dan kekurangan gas hidrogen dan oksigen.
5. Usulan perbaikan yang dapat diterapkan oleh perusahaan untuk mengatasi jenis cacat dominan adalah sebagai berikut.

- a. Jenis cacat *bubble* diatasi dengan melakukan kalibrasi mesin, menambah jumlah operator dan membuat referensi penggunaan *satcake* untuk mencegah pelepasan *bubble*.
- b. Jenis cacat *chipping* diatasi dengan mengawasi operator di proses *cutting* dan memilih operator yang paham dalam bidang trigonometri.
- c. Jenis cacat *drip* dapat diatasi dengan mengganti *seal* secara berkala, melakukan patroli di *hot process*, dan membangun komunikasi dengan pihak pemasok.

5.2 Saran

Saran yang dapat diterapkan oleh perusahaan adalah sebagai berikut.

1. Perusahaan diharapkan dapat meningkatkan nilai sigma sebesar 0,07 menjadi 3,79 σ (kondisi saat ini: 3,72 σ) dan menurunkan nilai DPMO sebanyak 1.212 pada produksi kaca FL 5 selanjutnya agar tidak melebihi target *defect* yang ditentukan perusahaan dengan menggunakan usulan alternatif perbaikan sebagai langkah untuk mengurangi cacat produk pada produksi di kemudian hari.
2. Menerapkan metode *six sigma* dalam proses produksi kaca lembaran sehingga dapat selalu melakukan monitoring nilai sigma dari waktu ke waktu.
3. Penambahan operator juga perlu dipertimbangkan dikarenakan jumlah operator yang terbatas mengakibatkan kesalahan pada proses inspeksi dan pengecekan.
4. Pengecekan pada mesin sebaiknya dilakukan secara *preventive maintenance* karena produksi bersifat *continuous* sehingga harus dipersiapkan dari jauh hari agar tidak mengganggu proses produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiah, Milatul (2017) *Penerapan Metode Six Sigma untuk Mengurangi Defect Pada Produk Kaca Lembaran*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Bentley, William & Peter T. Davis (2010). *Lean Six Sigma Secrets for The CIO*. New York: CRC Press.
- Bothe, Davis. R (1997). *Measuring Process Capability*. USA: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Creveling, Clyde M., Lynne Hambleton & Burke McCarthy, (2006). *Six Sigma for Marketing Processes*. USA: Prentice Hall Inc.
- Chandra, Soma Ade (2015). *Usulan Perbaikan Kualitas Dengan Penerapan Metode Six Sigma dan FMEA Pada Proses Produksi di PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo*. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional.
- Gaspersz, Vincent., (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Grant, Eugene L. & Richard S. Leaventworth (1996) *Statistical Quality Control 7th Edition*. USA: McGraw-Hill
- Heizer, Jay, Barry Render, & Chuck Munson. (2016). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Maagement (12th edition)*. USA: Pearson Education.
- Kementrian perindustrian, (2014). *Data Produksi Kaca Lembaran*. Dipetik 22 Desember 2017 dari http://www.kemenperin.go.id/statistik/ibs_tahun.php?tahun=2006
- Kontan (2017, Desember 11). *Industri non-migas dipatok tumbuh 5,6% di 2018* Dipetik 22 Desember 2017 dari <http://industri.kontan.co.id/news/industri-non-migas-dipatok-tumbuh-56-di-2018>

- Larasati, Niken Dwi (2016). *Pengendalian Kualitas Proses Produksi Kaca Lembaran Jenis Laminated di PT. X dengan Metode Six Sigma*. Surabaya: Jurusan Statistika ITS.
- Montgomery, Douglas C. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Putra, Angga Dwi Yanuar dan Lucia Aridinanti (2016). *Pengendalian Kualitas Produksi Kaca Automotif LNFL 2mm Laminated di PT Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo Menggunakan Metode Six Sigma*. Surabaya: Jurnal Sains dan Seni ITS Vol 5 no 2: D-241-D246.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian Bulan Januari 2018

Tanggal	<i>n</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	<i>c</i>
1	55	6	2	4	0	3	1	0	0	16
2	103	2	0	3	0	8	0	0	0	13
3	120	6	1	10	0	0	0	0	0	17
4	120	7	10	1	2	0	0	0	0	20
5	120	8	2	0	1	2	0	0	0	13
6	120	18	4	0	2	0	1	0	0	25
7	120	15	4	0	7	24	0	0	0	50
8	120	13	6	0	10	9	0	0	0	38
9	120	13	6	3	20	29	0	0	0	71
10	120	11	2	8	13	29	0	0	0	63
11	120	17	12	0	0	5	0	0	0	34
12	96	14	0	40	3	3	2	0	0	62
13	120	12	6	38	8	11	0	0	0	75
14	91	14	2	20	0	0	0	0	0	36
15	18	11	4	0	3	0	0	0	0	18
22	88	7	4	0	12	0	0	0	0	23
23	108	10	3	0	4	0	4	0	0	21
24	60	10	2	0	7	0	0	0	0	19
25	40	5	2	0	4	2	1	0	0	14
16	103	7	6	0	1	4	0	0	0	18
27	120	6	0	0	3	3	0	0	0	12
28	120	17	1	0	5	16	0	0	0	39
29	40	4	0	17	0	6	1	0	0	28
31	76	7	0	2	0	8	0	0	0	17
Total	2318	240	79	146	105	162	10	0	0	742

*) *n* dalam unit

Keterangan:

A: <i>Bubble</i>	D: <i>Cullet</i>	G: <i>Tin Pick Up</i>
B: <i>Inclusion</i>	E: <i>Chipping</i>	H: <i>Pushmark</i>
C: <i>Drip</i>	F: <i>Scratch</i>	

Lampiran 2. Peta Kendali U

Tanggal	n	C	U	UCL	LCL
1	55	16	0.290909	0.548972	0.091235
2	103	13	0.126214	0.487347	0.152861
3	120	17	0.141667	0.475048	0.165159
4	120	20	0.166667	0.475048	0.165159
5	120	13	0.108333	0.475048	0.165159
6	120	25	0.208333	0.475048	0.165159
7	120	50	0.416667	0.475048	0.165159
8	120	38	0.316667	0.475048	0.165159
9	120	71	0.591667	0.475048	0.165159
10	120	63	0.525	0.475048	0.165159
11	120	34	0.283333	0.475048	0.165159
12	96	62	0.645833	0.493337	0.14687
13	120	75	0.625	0.475048	0.165159
14	91	36	0.395604	0.498032	0.142175
15	18	18	1	0.720168	0
22	88	23	0.261364	0.50104	0.139167
23	108	21	0.194444	0.483429	0.156778
24	60	19	0.316667	0.539228	0.100979
25	40	14	0.35	0.588475	0.051732
16	103	18	0.174757	0.487347	0.152861
27	120	12	0.1	0.475048	0.165159
28	120	39	0.325	0.475048	0.165159
29	40	28	0.7	0.588475	0.051732
31	76	17	0.223684	0.514801	0.125406

Lampiran 3. Peta Kendali U Perbaikan Pertama

Tanggal	n	C	U	UCL	LCL
1	55	16	0,290909	0,473567	0,056904
2	103	13	0,126214	0,417472	0,112999
4	120	20	0,166667	0,406277	0,124194
6	120	25	0,208333	0,406277	0,124194
7	120	50	0,416667	0,406277	0,124194
8	120	38	0,316667	0,406277	0,124194
11	120	34	0,283333	0,406277	0,124194
14	91	36	0,395604	0,427199	0,103272
16	88	23	0,261364	0,429936	0,100535
17	108	21	0,194444	0,413906	0,116565
18	60	19	0,316667	0,464698	0,065773
19	40	14	0,35	0,509526	0,020945
20	103	18	0,174757	0,417472	0,112999
22	120	39	0,325	0,406277	0,124194
24	76	17	0,223684	0,442463	0,088008
Total	1444	383	U bar	0,2652	

Lampiran 4. Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses

$$\bar{u} = 0,2652$$

$$P(X = 0) = e^{-\bar{u}} = e^{-0,2652} = 0,767053$$

$$\hat{p}' = 1 - e^{-\bar{u}} = 1 - 0,7588 = 0,232947$$

$$Z(\hat{p}') = -0,73885$$

$$Equivalent\ Ppk = \frac{Z(\hat{p}')}{3} = \frac{-0,73885}{3} = -0,24628$$

Lampiran 5. Perhitungan Nilai Sigma Aktual

$$DPO = \frac{10264}{140087 \times 6} = 0,01221$$

$$DPMO = 0,01221 \times 10^6 = 12212$$

$$\text{Nilai Sigma} = z \left(\frac{1.000.000 - 12212}{1.000.000} \right) + 1.5 = 3,72$$

$$z \left(\frac{1.000.000 - 12212}{1.000.000} \right) = Z(0.987) = 2.22$$

Lampiran 5a. Perhitungan Nilai Z pada Nilai Sigma Aktual menggunakan Kalkulator

Given probability $Q =$

The z value is:

Lampiran 6. Perhitungan Nilai Sigma Target

$$DPO = \frac{9246}{140087 \times 6} = 0.011$$

$$DPMO = 0,011 \times 10^6 = 11.000$$

$$\text{Nilai Sigma} = z \left(\frac{1.000.000 - 11.000}{1.000.000} \right) + 1.5 = 3,79$$

$$z \left(\frac{1.000.000 - 11.000}{1.000.000} \right) = Z(0.989) = 2.29$$

Lampiran 6a. Perhitungan Nilai Z pada Nilai Sigma Target menggunakan Kalkulator

Given probability $Q =$

The z value is:

Lampiran 7. Surat Penerimaan Pengambilan Data Perusahaan

FROM :

FAX NO. : 0317882342

4 Jan. 2018 11:13AM P1



PT ASAHIMAS FLAT GLASS Tbk

SIDORJO FACTORY :
TANJUNG SARI, TAMAN, SIDORJO, 61267, JAWA TIMUR, INDONESIA, P.O. BOX 1481/SBY-SURABAYA
PHONE : (02-31) - 7922363 (PUNTING), 7922105, FAX : (02-31) - 7982942, 7982148

Sidoarjo, 31 Desember 2017

No. 015/B1.6/AMGS/XII/17

Kepada
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Fakultas Vokasi
Departemen Statistika Bisnis
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya
u.p Yth. Bp. Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si.
Kepala Departemen
Di
Tempat

Perihal : Jawaban Permohonan Ijin Memperoleh Data untuk Tugas Akhir

u.n Mahasiswa : I. Dessyana Ratna Widayanti NRP : 1061150000027

Dengan hormat,

Menanggapi surat saudara No. 077642/IT2.VI.8.6/TU.00.09/2017 tertanggal 13 Desember 2017 perihal seperti tersebut dalam pokok surat diatas, dengan ini kami beritahukan bahwa kami dapat mengabulkan permohonan ijin saudara, dengan pengaturan sebagai berikut;

1. Jadwal : Tanggal 12 – 23 Februari 2018
2. Pukul : 08:00 – 17:00 WIB
3. Penempatan : Di Departemen QC
4. Perusahaan hanya dapat memberikan fasilitas berupa penyediaan makan siang untuk mahasiswa yang bersangkutan.
5. Beberapa hari sebelum pelaksanaan, mahasiswa yang bersangkutan agar datang ke kantor kami untuk mendapatkan penjelasan persiapan dengan menunjukkan copy surat jawaban dari kami.
6. Setelah selesai, mahasiswa yang bersangkutan wajib menyerahkan laporan Tugas Akhir sebanyak 2 (dua) eksemplar untuk perusahaan kami.
7. Jika ada pembatalan/perubahan dari pihak saudara/kami, agar segera dikirimkan surat pemberitahuan selambat-lambatnya 7 hari kerja sebelum tanggal pelaksanaan dimulai.

Demikian jawaban kami, atas perhatiannya kami sampaikan terimakasih.

Hormat kami,


E. K. ROESANTO SH. MM.
Factory Manager

Lampiran 8. Surat Kevalidan Data**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS:

Nama : Dessyana Ratna Widyasari

NRP : 10611500000027

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder yang diambil dari PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo yaitu:

Sumber : Departemen Quality Control PT. Asahimas Flat Glass Tbk, Sidoarjo

Keterangan : Data *defect* kaca dan data produksi kaca bulan Desember 2017- Januari 2018.

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Apabila terdapat pemalsuan data, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Mengetahui,

Manajer Departemen Quality Control




Fajar Asnawin, S.T.

Surabaya, Mei 2018

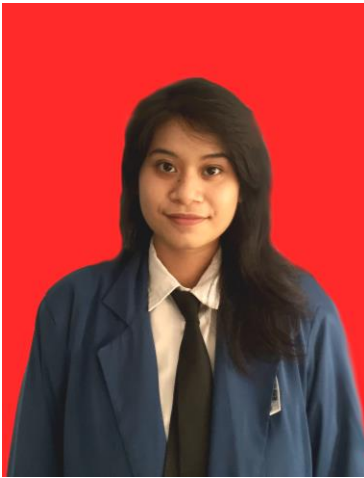
Yang membuat pernyataan,



Dessyana Ratna Widyasari

NRP. 10611500000027

BIODATA PENULIS



Penulis yang dilahirkan di Surabaya, 03 Desember 1996 memiliki nama lengkap Dessyana Ratna Widyasari. Penulis dipanggil dengan nama Dessy. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Tikno Widyastoto dan Ibu Emiliya Ratna. Pendidikan formal yang ditempuh penulis adalah SDN Cilandak Barat 06 Pagi Jakarta Selatan, SMP Negeri 12 Surabaya, dan SMAN 15 Surabaya. Penulis di terima di

Departemen Statistika Bisnis (Prodi DIII) pada Tahun 2015 melalui jalur regular D3 dan terdaftar dengan NRP 110611500000027. Semasa kuliah penulis aktif dalam beberapa organisasi dan jabatan yang diemban diantaranya, Staff Media Informasi HIMADATA-ITS (2016-2017), Staff Divisi Event UKM Fotografi ITS Surabaya (2016-2017), Staf Ahli Divisi *Hunting* UKM Fotografi ITS Surabaya (2017-2018), dan Ketua Biro Kampanye Kreatif Departemen Kominfo HIMADATA-ITS. Selain itu, penulis pernah aktif di beberapa kegiatan seperti Pekan Raya Statistika ITS, ITS Goes Global, dan Commtech Integrated Initiative, dan beberapa kegiatan fotografi di dalam ITS maupun di luar ITS. Segala kritik dan saran yang membangun, serta bagi pembaca yang ingin berdiskusi lebih lanjut dengan penulis mengenai segala sesuatu yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini dapat disampaikan melalui nomor HP/WA: 081554604996 dan email:dessyanaratna@gmail.com.

